

# 论中国半精养水库渔业及其饲料问题<sup>\*</sup>

贺锡勤 盛海清 许国焕

(水利部水库渔业研究所, 武汉 430073)  
(中国科学院)

**摘要** 中国水库放养鱼种类、食性以及可利用的天然饵料生物决定了半精养渔业是水库渔业的主要模式。水库半精养有中、小型水库、水库库汉、网栏、网围、网箱养鱼等多种形式。其产量与肥料、饲料的投入有直接关系。最大限度地利用天然饵料,并辅以补充性人工饲料,可实现高产高效。本文以水库鱼类的营养和饲料利用为基础,论述半精养水库渔业的理论和实用技术,并提出尚须研究的问题,以推进半精养水库渔业的发展。

**关键词** 水库渔业 半精养 饲料

随着水利建设的发展,中国建有水库 86000 余座。水库除防洪、灌溉、发电、航运等功能外,发展渔业已成为水利部门支柱产业之一。全国水库可养鱼水面 200 余万公顷,占全国淡水可养鱼水面的 40%。全国水库已养鱼水面占可养鱼水面的 70%,即尚有  $60 \times 10^4 \text{hm}^2$  水面待开发利用。1991 年中国水库渔业总产量为  $40.10 \times 10^4 \text{t}$ ,平均单产为  $280 \text{kg}/\text{hm}^2$ <sup>[1]</sup>。不少人士认为水库养鱼是中国淡水渔业的后劲和希望所在<sup>[2]</sup>。

作为一项新兴产业,中国水库渔业经历了从完全依靠天然资源的自然增殖渔业向不同程度强化的人工养殖演替。自然增殖业粗放经营,产量较低,不能适应经济发展和改善人民生活的需要。高度集约化养殖,产量较高,但受资金投入、技术水平限制,致使在近期内难以大规模发展。从我国国情和从粗放经营向集约化开发的趋势出发,应该说我国水库渔业的主体仍处于半精养发展水平。本文以水库鱼类的营养和饲料利用为基础,根据我国半精养渔业的生产实际,探讨半精养水库渔业的理论和实用技术,以推动半精养水库渔业的开发研究。

## 1 半精养的概念及其在水库渔业中的地位

按开发水平和利用程度的不同,渔业类型有:

### 1.1 自然增殖型

是指完全依靠水体中天然饵料生物而支撑的渔业。这类渔业较少或完全没有人工干预,如投放鱼种、投饵、施肥等。渔业产量取决于水体的自然生物生产力,因而鱼产量一般很低,但这类水体的水质良好,生态系统趋向动态平衡。

- 加拿大国际开发研究中心(IDRC)资助项目。

收稿日期:1994年4月25日;接受日期:1994年6月23日。

作者简介:贺锡勤,男,1932年生,研究员。1954年毕业于华中师范学院。主要从事名优鱼类养殖、鱼类营养和饲料养发研究,发表“异育银鲫和长吻鮠的营养和饲料”等论文 40 余篇。

## 1.2 人工养殖型

其主要特征是向水体投入苗种,从而改变了自然种群结构。这类渔业因投入水平不同,可分为粗养、半精养和精养三种。其划分依据是天然饵料生物利用程度和外源营养物质(指投饵和施肥)投入水平。由 Tacon 首先提出的粗养、半精养和精养池塘中天然饵料生物和投饵、施肥作用的示意图(图 1)较形象的区分这三种类型的渔业<sup>[3]</sup>。

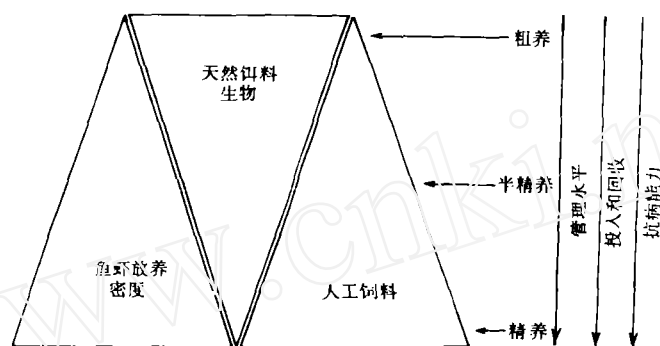


图 1 三种不同水平的水产养殖(据文献[3],经修改)

Fig. 1 Schematic representation of the range of aquaculture practices, in relation to the inputs (modified after Tacon<sup>[3]</sup>)

1.2.1 粗养 是指完全利用天然饵料生物,极少或没有饲料和肥料投入,即通常称为“人放天养”的渔业。这类渔业的特征是放养密度低,资金投入少,产量和产值均不高。持续增产的关键是合理放养,即放养的鱼类种类和数量适应天然饵料生物的现存量和生产量。我国大型水库渔业多属于粗养型渔业。

1.2.2 精养 是指完全利用人工饲料,尤其是全价人工配合饲料,无法利用天然饵料生物的渔业。其特征是放养密度大、高投入、高产出等。工厂化养鱼,以及投饵网箱、流水池塘、沟渠、水槽养鱼均属于精养型。尽管精养渔业近年来有较大的发展,但除个别地区外,无论规模和总产量,在现阶段尚不构成水库渔业,乃至整个淡水渔业的主体。

1.2.3 半精养 介于粗养和精养之间,大量存在的是半精养渔业。在放养密度、投饵施肥水平、管理水平和产量方面,半精养模式之间可能不尽相同,但它们的共同特征是在充分利用天然饵料资源的基础上,有补充性饲料和肥料的投入。半精养系统中鱼类营养需要是由天然饵料生物和人工饲料共同提供。投饵是营养物质的直接投入,施肥可看作营养物质的间接投入。按此标准,我国少数中型水库,大多数小型水库,大、中型水库的库湾,以及网拦、网围,均属半精养范畴。我国小型水库,多数是灌溉型,对水质要求不高。肥料和饲料的投入,不仅可收获鱼产品,而且增加水库下游农田肥分,有利无害,尤其是贫困山区的小水库,发展渔业受到资金、技术和市场等因素制约,开发以低投入、高产出为特征的半精养渔业,不失为一种脱贫致富的途径。

中国水库渔业的特色之一是形成以放养鲢、鳙鱼为主的养殖体系,其放养比例一般在 80%左右,有些水库达 95%以上。搭配放养的有草、鳊、鲤、鲫、鲮等优质鱼类,其放养比例一般在 10~15%之间。上述放养鱼类均属于鲤科鱼类,其食性为植物食性和杂食性。放养鱼类

中几乎很少肉食性种类。这种情形与亚洲水产养殖业以非肉食性鱼类为主体的现状相符,而与北美、西欧以养殖肉食性鱼类为主体有很大不同<sup>[4]</sup>。植物食性和杂食性鱼类能很好地利用天然水体中的浮游生物、底栖生物和水草。据 Albrechi 和 Breitsprecher 报道,池塘中鱼类天然饵料生物的平均蛋白质、碳水化合物和脂肪含量分别为 52.1%、27.3% 和 7.7%,干物质能量含量在 6.7~23.8kJ/g 之间,平均值 16.3kJ/g<sup>[5]</sup>。显然天然饵料生物的营养价值能满足我国水库半精养鱼类的营养需要。我国水库放养鱼种类、食性以及相应可利用的天然饵料生物决定了当前和可预见的将来,半精养渔业将是水库渔业的主要模式。

## 2 半精养水库渔业的饲料现状

我国是一个农业大国,农副产品资源十分丰富,仅各种饼、粕年产千万吨以上,因而水库养鱼用的主要饲料是谷实类、饼粕类和草类等植物性饲料,很少使用动物性饲料。在半精养渔业中使用上述饲料,多数情况下,以单一成分方式投喂,很少使用配合饲料。投喂单一饲料时,常因地制宜,就地取材,因而南方、北方使用的饵料不尽相同。半精养水体中存在丰盛的天然饵料生物,为提高产量,投饵与施肥常结合进行,以充分满足养殖鱼类的营养需要。以水库鱼种池塘为例,据测算,每生产 1kg 鱼种消耗精饲料(谷实或饼粕)1.5~2.0kg,青草 2~5kg,有机肥 2~5kg 和无机肥 1.0~1.5kg。

表 1<sup>[6~14]</sup>、表 2<sup>[15~19]</sup>、表 3<sup>[20~22]</sup>分别列出中、小型水库、库汉,网围等水体半精养的实际业绩,包括投入饲料、肥料及其转化系数和鱼产量。从表 2 可以看出,水库半精养的规模,小到 2.6hm<sup>2</sup>,近似大池塘,大到 346hm<sup>2</sup> 的中型水库。水库半精养形式呈多样化,按各地资源、资金条件、管理和饲养水平,以及养殖对象的不同,有单一施化肥水库、施化肥加有机肥水库、施化肥加投饵的水库和施化肥、有机肥加投饵的水库。半精养水库鱼产量受许多因素,如合理放养、管理水平、防病除害、防逃、捕捞等影响,但从表 2 资料中仍可看出,与肥料、饲料有直接关系。一般来说,半精养水库鱼产量依以下序列递增,即施化肥<化肥+有机肥<化肥+有机肥+饲料。以鲢、鳙为主时,化肥和有机肥占较大份额,以草鱼、鳊鱼或鲤鱼为主时,饲料比重相应增加。化肥的转化系数在 1.0~2.0 之间,其“投入产出比”较高,为 1:1.7~1:1.9。有机肥的转化系数变幅较大,在 0.1~1.4 之间,可能与有机肥投入水平不同有关。饲料的转化系数一般较低,如豆饼 0.58,菜饼 0.16~0.68,配合饲料 0.59~1.33。饲料的“投入产出比”虽然低于化肥,但由于投入水平高,其单位水体的利润仍比化肥高,例如单一施化肥的官亭水库<sup>[7]</sup>和以投饵为主的坝门水库<sup>[12]</sup>,”投入产出比”分别为 1:1.90 和 1:1.57,每公顷水面利润分别为 500 元和 10514 元(表 2)。

库湾养殖是水库渔业半精养水平较高的一种利用方式,养鱼水面在 1.6~7.0hm<sup>2</sup> 之间,因主体养殖鱼的不同,有两种模式。一种是利用库湾培育鲢、鳙鱼种,供大库投放,鲢、鳙鱼占 90% 以上,甚至 100%。另一种是放养鲢、鳙鱼与草、鳊、鲤、鲫鱼各占 50% 左右。前者以施化肥和有机肥为主,例如以施肥为主的大同水库库湾<sup>[17]</sup>,产量为 3321kg/hm<sup>2</sup>,利润为 4884 元/hm<sup>2</sup>,后者以投配合(或混合)饲料为主,例如以投配合饵料为主的新浮山水库库湾<sup>[16]</sup>,产量 7882kg/hm<sup>2</sup>,利润为 11371 元/hm<sup>2</sup>(表 2)。

表 1 半精养水库养鱼的肥料、饲料投入、转化系数、产量和效益

Tab. 1 Manure and feed input conversion ratio, yield and profit for semi-intensive reservoir farming

库 名	养鱼水面 (hm <sup>2</sup> )	产 量 (kg/hm <sup>2</sup> )	养 殖 对 象	肥料、饲料投入 (kg/hm <sup>2</sup> )	转化系数	效益 (元/hm <sup>2</sup> )	投 入 产出比
内蒙古清水河县 石峡口水库 <sup>[6]</sup>	42	1333	鲢、鳙鱼 77%, 鲤、鲫、草鱼 23%	化肥 965	0.72	1469	1 : 1.69
湖南省临澧县 官亭水库 <sup>[7]</sup>	346.6	432.7	鲢、鳙鱼 95%, 其它 5%	化肥 375	0.86	500	1 : 1.9
浙江省宁海县 建设水库 <sup>[8]</sup>	8.87	4396	鲢、鳙鱼 99%, 其它 1%	化肥 6539 粪肥 62006	1.49 14.1	2155	1 : 1.36
辽宁省 拉马章水库 <sup>[9]</sup>	132.2	450	鲢、鳙鱼 91.6%, 鲤鱼等 8.4%	化肥 150 豆饼 262.6 麦麸 37.5	0.33 0.58 0.08	461.8	1 : 1.6
湖北省武穴市 梅川水库 <sup>[10]</sup>	166.6	750	鲢、鳙 79%, 草、鳊、鲤、鳊占 21%	化肥 8.7 粪肥 383 青草 204 菜饼 118	0.01 0.51 0.27 0.16	585	1 : 1.54
天津市 小金庄水库 <sup>[11]</sup>	46.6	4010	鲢、鳙 71% 鲤鱼 25% 其它 4%	化肥 42.9 粪肥 18025 配合饲料 5365	0.01 4.5 1.33	5394	1 : 1.67
浙江省余杭县 坝门水库 <sup>[12]</sup>	12	6915	鲢、鳙鱼 39%, 草、鳊、鲤、鲫鱼 61%	化肥 12 粪肥 1250 绿肥 2916 大麦 755 菜饼 1940 配合饲料 4.08	0.002 0.18 0.42 0.11 0.27 0.59	10514	1 : 1.57
浙江省湖州市 五四水库 <sup>[13]</sup>	2.8	14451	鲢、鳙鱼 70%, 草、鲫鱼 30%	化肥 1785 粪肥 95517 青草 2464 菜饼 9821	0.12 6.61 0.17 0.68	13187	1 : 1.45
陕西省城固县 丘山湾水库 <sup>[14]</sup>	2.66	10055	鲢、鳙鱼 48%, 鲤鱼 52%	化肥 2585 粪肥 1128 配合饲料 12367	0.26 0.11 1.23	8094	1 : 1.27

水库网围是半精养水库渔业中集约化程度更高的养殖方式。由于养鱼水面相对较小,单位水面的投入、产出水平平均较高,每公顷饲料投入在  $2 \times 10^4 \sim 6 \times 10^4 \text{ kg}$  之间,鱼产量高达  $1.3 \times 10^4 \sim 2.7 \times 10^4 \text{ kg/hm}^2$  (表 3)。利润一般也高于库湾或水库养鱼,特别是以养殖非滤食性鱼类为主时,效益更高,例如方便水库网围  $0.267 \text{ hm}^2$ ,主养团头鲂,产量  $13179 \text{ kg/hm}^2$ ,利润达  $45850 \text{ 元/hm}^2$  [21]。网围养鱼投入大量饼粕和配合饲料,其中有些是低蛋白或无鱼粉的配合饲料,但饲料系数较低,一般在 2 以下。应该指出,半精养渔业饲料和肥料转化系数,一般没有扣除水体原有生物生产力,计算数值可能偏低。

表 2 半精养库湾养鱼的肥料、饲料投入、转化系数、产量和效益

Tab. 2 Manure and feed input conversion ratio, yield and profit for semi-intensive cove farming

库 名	养鱼水面 (hm <sup>2</sup> )	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	养殖对象	肥料、饲料投入 (kg/hm <sup>2</sup> )	转化系数	效益 (元/hm <sup>2</sup> )	投入 产出比
浙江省乌溪江 水库库湾 <sup>[15]</sup>	20	2241	鲢、鳙鱼 62.4%, 草、鲤、鳊 鱼 37.6%	青草 1382 菜饼、糠 1305 配合饲料 1911	0.58 0.58 0.85	1076	1 : 1.21
江苏省新浮山 水库库湾 <sup>[16]</sup>	7.06	7882	鲢、鳙鱼 49.8%, 草、鳊、青、鲫鱼 50.2%	化肥 42.5 粪肥 5949 青草 13598 混合饲料 19430	0.01 0.75 1.72 2.08	11371	1 : 1.78
湖北省蕲春县 大同水库库湾 <sup>[17]</sup>	6.6	3321	鲢、鳙鱼种 98%, 其它 2%	化肥 568 粪肥 3788 绿肥 46969 菜饼 272	0.17 1.14 14.1 0.08	4894	1 : 1.96
广东省开平县大沙 河水库库湾 <sup>[18]</sup>	6	2133	鲢、鳙鱼 100%	化肥 1717 粪肥 708 绿肥 11090	0.08 0.33 5.29		
浙江省丽水地区 乌溪江水库库湾 <sup>[19]</sup>	1.59	3268	鲢、鳙鱼 69%, 草、鲫鱼 31%	化肥 151 粪肥 17327 青草 4742 豆、菜饼 2053 混合饲料 4949	0.05 5.3 1.45 0.63 1.51	11637	1 : 2.12

表 3 半精养网围养鱼的肥料、饲料投入、转化系数、产量和效益

Tab. 3 Manure and feed input conversion ratio, yield and profit for semi-intensive net enclosure farming

库 名	养鱼水面 (hm <sup>2</sup> )	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	养殖对象	肥料、饲料投入 (kg/hm <sup>2</sup> )	转化 系数	效益 (元/hm <sup>2</sup> )	投入 产出比
江苏东海县 贺庄水库网围	0.133	7728	草鱼 97%、鳊鱼 3%	水草 86616	11.2	29867	1 : 1.38
安峰山水库网围	0.05	26928	草鱼 91% 鲤、鳊 8%	水草 1036600 配合饲料 29230	38.5 1.08	45632	1 : 1.43
西双湖水库网围 <sup>[20]</sup>	0.05	20216	草鱼 60% 鲤、鳊鱼 40%	水草 230400 混合饲料 58300	11.4 2.88	13998	1 : 1.15
江苏溧水县 方便水库网围 <sup>[21]</sup>	0.267	13179	鳊鱼 96% 鲫鱼 4%	小麦 2086 菜饼 4092 配合饲料 36554	0.16 0.31 2.8	45850	1 : 1.63
江苏铜山县 六堡水库网围 <sup>[22]</sup>	0.4	3750	鲢、鳙鱼种 100%	麸皮 192 玉米 264 豆饼 778 菜饼 2153	0.05 0.07 0.207 0.577	9300	1 : 1.55

### 3 补充性饲料的理论基础及其展望

鱼类营养的研究历史不足 50 年。有关营养知识,特别是养殖鱼类营养需要的报道,主要来自北美、西欧和日本,而且涉及的大部分是肉食性鱼类。近十余年来,我国学者对主要养殖鱼类,如草鱼、青鱼、团头鲂、异育银鲫、鲤鱼、罗非鱼的营养需要也陆续有所报道<sup>[23]</sup>。这些研究的共同特征是在控制条件下,用曝气自来水在水族箱或水泥池中,用纯或半纯精制饲料饲养幼鱼,通过剂量-反应曲线,得出试验鱼的营养需要。据此,筛选出营养平衡的全价混合饲料,亦可精确计算投喂率。显然,这种全价饲料只适用于没有或不能利用天然饵料生物的养殖系统,如流水水槽、水渠和投饵网箱等。上述现有鱼类营养的理论基础和实用技术不适用于半精养渔业。

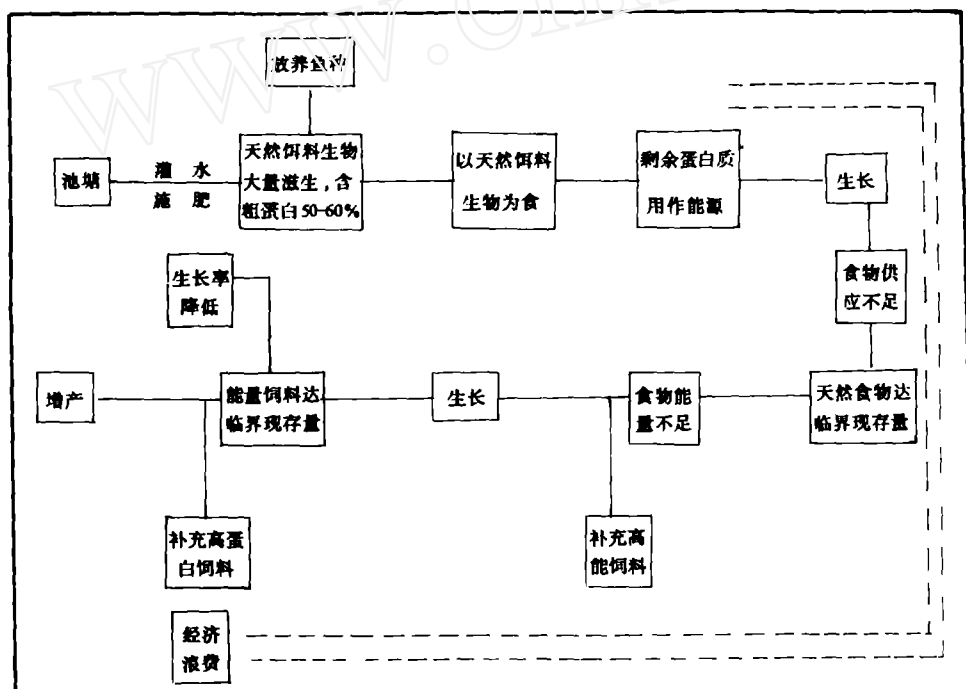


图 2 半精养池塘生产流程(示补充性饲料的作用)

Fig. 2 A schematic representation of the qualitative change that occur in a semi-intensive culture pond as well as are the potential utility of "Supplementary feed" strategies

与精养相比,补充性饲料在半精养系统鱼类营养中的作用要复杂得多(图 2)<sup>[24]</sup>。随系统中鱼类生长,鱼类现存量随之增大,到某一水平时,天然饵料生物仅够维持鱼的体重,鱼类生长完全终止。此现存量称为“临界现存量”。这时必需补充人工饲料,否则鱼产量将急剧下降。一个半精养池塘系统中天然饵料生物、补充性饲料和鱼类成长之间的变化如图 3 所示。一些养殖鱼类在鱼类早期生活阶段(鱼苗和夏花鱼种)能很好利用高蛋白含量的天然饲料生物,养殖系统中相对缺乏的可能是能量饲料。如仍象精养一样喂养高蛋白饲料,既不经济,也不合理。作者等在湖北金沙河水库坝下池塘,用不同补充性饲料喂养鲢鱼种的结果表明,在夏

花鱼种阶段喂单一小麦,随后用配合饲料,比始终喂高蛋白饲料,生产成本降低,生长也不差。表 2 列出的陕西省丘山湾水库,用粗蛋白含量不同的 5 种配合饲料喂养鲢、鳙、鲤鱼,取得较高产量和经济效益。这些试验结果推测可能与系统中天然饵料生物可获性变化引起鱼类现存量“临界点”的变动有关。例如 Hepher 等在土池中养鲤鱼,在现存量为  $800\text{kg}/\text{hm}^2$  时,比较喂单一谷物(高粱)和含粗蛋白为 22.5% 配合饲料,或现存量为  $1400\text{kg}/\text{hm}^2$  时比较喂 22.5% 粗蛋白和 27.5% 粗蛋白配合饲料,鲤鱼的生长均无显著差别。鲤鱼现存量超过  $1400/\text{hm}^2$  时,27.5% 粗蛋白饲料才显示出优于 22.5% 粗蛋白饲料<sup>[25]</sup>。

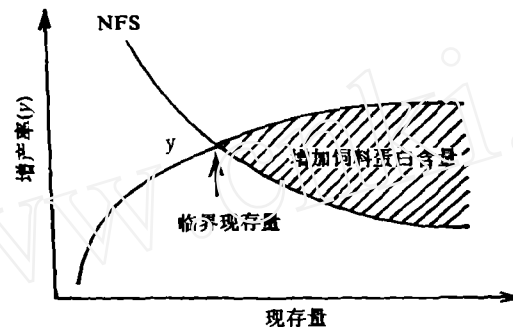


图 3 天然饵料生物、鱼产量与鱼现存量的关系

Fig. 3 Schematic depiction of changes in the natural food organisms and fish yield, in relation to standing crop of the cultured organism, and the ensuing protein needs of the supplemental feed(s)

补充性饲料可以是单一成分,也可以是配合(混合)饲料,前者来源方便,不需加工,后者可调控营养成分。从表 1~3 所列半精养实例,使用单一饲料成分,或低蛋白配合饲料,或无鱼粉配合饲料均可取得良好饲养效果。补充性饲料中是否需添加维生素和无机盐,是值得探讨的问题。半精养水体某些鱼类可滤食水层中极微小的颗粒物,如藻类、碎屑等,并从中取得所需的多种维生素和无机盐。Dickson 证明罗非鱼补充饲料中添加维生素,对生长和繁殖没有效果<sup>[26]</sup>。Lovell 报道土池中饲养沟鲈,现存量为  $2000\text{kg}/\text{hm}^2$  时,饲料中不需添加维生素 c,现存量增加到  $4000\text{kg}/\text{hm}^2$  时饲料中不添加维生素 c,生长仍不受影响,但对疾病感染的抵抗力下降,并出现缺乏维生素 c 症状<sup>[27]</sup>。Castell 等甚至认为在养殖系统中,不可能存在严重的必需脂肪酸缺乏问题<sup>[28]</sup>。越来越多的迹象表明,养殖系统中天然饵料生物生产力愈高,半精养鱼类对饲料蛋白质以及微量营养物质的需要愈少。在半精养系统中适度施用化肥和粪肥以提高天然饲料生物生产力,可降低对补充性饲料的要求,从而节约开支,提高效益。

补充性饲料的效率不仅取决于饲料的成分和种类,而且与投喂技术有关。有两个因素影响投喂率:一是鱼类对营养和食物的需要,随鱼体增长,投喂率应逐步降低;二是天然饵料生物的可获性,随鱼体增长可获性相对下降,投喂率相应增加。养殖生产过程中确定投喂率要随此两因素的消长而调整。

半精养系统中生物与生物,生物与非生物存在错综复杂的关系。一些基本规律和实用技术,如天然饵料生物和补充饲料作用的定量评估,天然饵料生物可获性的快速、可靠评定方法,鱼类现存量与天然饲料生物可获性的关系,补充性饲料质量和数量的关系等尚待进一步研究。为了推进半精养水库渔业的发展,须要水产养殖、鱼类营养、湖沼学以及经济学工作者的共同努力。

## 参 考 文 献

- 1 胡传林,董方勇. 中国水库渔业的现状与趋势. 湖泊科学, 1993, 5(4): 378~383
- 2 李运涛. 中国的水利渔业. 见: 钱正英主编. 中国水利. 北京: 水利电力出版社, 1991. 247~270
- 3 Tacon A G J. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp — a training manual; 3. feeding methods. FAO Field document, Project GCP/RLA/075 /ITA Field document 7/E, FAO, Brasilia, Brazil. 1988. 208
- 4 New M B and I Csavas. Aquafeeds in Asia — a regional overview. In: M B New, A G J Tacon & I Csavas eds. Farmmade aquafeeds. Proceedings of the FAO/AADCP Regional Expert Consultation on Farm-made Aquafeeds. Bangkok, Thailand, 1993. 443
- 5 Albrecht M L and B Breitsprecher. Untersuchungen ueber die chemische Zusammensetzung von Fischernahrungen und Fischfutter-mitteln. *Z-fish N F*, 1969, 17: 143~163
- 6 蓝学恒, 赵广忠, 季彦波. 高原水库化肥养鱼高产试验. 水利渔业, 1993, (3): 44~45
- 7 邓绪明. 官亭水库开展施肥养鱼经验小结. 水利渔业, 1992, (1): 44
- 8 吴光耀, 劳均灿. 建瓯水库施肥养鱼高产技术试验. 水利渔业, 1992, (6): 11~13
- 9 李俊权. 拉马章水库开展半精养情况分析. 水利渔业, 1991, (6): 7~9
- 10 潘清明, 陈后敏. 中型水库渔业增产综合技术措施研究. 水利渔业, 1990, (1): 7~11
- 11 刘茂春等. 半咸水小型水库高产试验初报. 水利渔业, 1990, (3): 2~7
- 12 舒妙安, 黄曼萍. 坝门水库池塘精养高产技术. 水利渔业, 1993, (6): 31~32
- 13 陆鼎言, 郑永敢. 五四水库施肥养鱼高产试验. 水利渔业, 1991, (1): 27~29
- 14 高宗民等. 邱山湾水库主养商品鲤高产试验. 水利渔业, 1991, (1): 27~29
- 15 曹富康等. 坝网结合库湾精养试验初报. 水利渔业, 1989, (2): 15~20
- 16 杨沁芳. 新洋山水库坝拦库湾养鱼高产试验. 水利渔业, 1988, (2): 9~13
- 17 许文金. 库汉施绿肥主养鳊鱼种技术与效果. 水利渔业, 1992, (2): 41~43
- 18 陈敬存. 水库养鱼. 见: 刘建康, 何碧梧主编. 中国淡水鱼类繁殖学. 北京: 科学出版社, 1962: 425~457
- 19 陈彩仙. 库湾和库湾网箱培养鱼种试验. 水利渔业, 1991, (4): 8~10
- 20 薛以平. 水库网围养鱼技术初步总结. 水利渔业, 1993, (2): 39~41
- 21 许周义, 鲁靠山, 杨代富. 水库网围培育团头鲂鱼种试验. 水利渔业, 1992, (6): 3~5
- 22 潘富康等. 六堡水库网围培育鱼种技术. 水利渔业, 1991, (4): 31~32
- 23 廖翔华, 林 鼎, 毛永庆. 养殖鱼类营养需求研究进展. 水生生物学报, 1987, 13(2): 170~181
- 24 De Silver S S. Supplementary feeding in semi-intensive aquaculture systems. In: M B New, A G J Tacon and I Csavas eds. Farm-made aquafeeds. Proceedings of the FAO/AADCP Regional Expert Consultation on Farm-made Aquafeeds. Bangkok, Thailand. 1993. 434
- 25 Hefner B et al. Supplementary diets and related problems in fish culture. In: J E Halver and K Tiews eds. Finfish nutrition and fishfeed technology, Vol 1. Verlagsgesellschaft mbH, Berlin, 343~347
- 26 Dichson M W. The supply of vitamins in feeds for intensive tilapia farming in Zambia. *Aquaculture and Fisheries Management*, 1987, 18: 221~230
- 27 Lovell T. Nutrition and feeding of fish. New York: Van Nostrand Reinhold. 1989. 260
- 28 Castell J D, D E Conklin J S P Lal and K Norman-Boudreau. Aquaculture nutrition. In: M Bilio, H Rosenthal and C J Sindermann eds. Realisms in aquaculture: achievements, constraints, perspectives. European Aquaculture Society, Belgium, 1988



## SEMI-INTENSIVE RESERVOIR FISHERIES AND THEIR SUPPLEMENTAL FEED IN CHINA

He Xiqin      Sheng Haiqing      Xu Guohuan

(*Institute of Reservoir Fisheries, Ministry of Water Conservancy & Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430073*)

### Abstract

Reservoir fisheries in China have been subjected to a shift from the natural recruitment fisheries depending totally on natural resources to the artificial farming with varying extent of intensification. However, the species and feeding habits of farm fish for reservoir fisheries, as well as the availability of natural food organisms suggest that semi-intensive fisheries are the backbone of reservoir fisheries in China.

Middle- and small-sized reservoir, cove, and net enclosure are the main forms of semi-intensive reservoir fisheries in China. Fish yield of these culture systems is directly related to manure and feed input. The high yield and high profitability are realized by the maximal utilization of natural food organisms and supplemental feed. The nutritional basis and practical technology of semi-intensive fisheries have been discussed, and the future research efforts on supplemental feed development in semi-intensive system also mentioned.

**Key Words**    Reservoir fishery, semi-intensive fishery, manure, feed

### 《水利渔业》征订启事

《水利渔业》由水利部、中国科学院水库渔业研究所主办,主要刊登水产科研报告、渔业先进经验、名特优新水产品新技术新成果。内容包括鱼类鱼种及成鱼养殖技术、大水面增殖技术、网箱等集约化养鱼技术、名特水产、饲料应用、病害防治、资源保护等。本刊特点是以实用技术为主,技术与经济并重,兼顾营销管理与信息交流,具有创新性、实用性、系统性、导向性,对领导决策、科研开发、技术改造、知识更新、生产开发、渔业致富有实用指导作用。

本刊为双月刊,16开,56页。每期定价3元,全年6期18元。可通过邮局订阅,也可直接向编辑部邮购。本刊承接各类渔业商品广告,欢迎中外企业惠顾。编辑部地址:武汉市武昌小何村86号,邮编:430073,电话:027—7803022,电挂:6736。